

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ステアリングハンドルに連結したピニオンとラック軸とからなるラックアンドピニオン機構をステアリング系に備え、電動機で操舵トルクに応じた補助トルクを発生し、この補助トルクをボールねじを介して前記ラック軸に付加する電動パワーステアリング装置において、前記ボールねじを前記ラック軸の一端部に組付け、このラック軸の他端部に前記ピニオンを噛み合わせ、さらに、これらボールねじとピニオンとの間に、前記ラック軸をピニオンへ押し付けるラックガイドを設けたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項2】 ステアリングハンドルに連結したピニオンとラック軸とからなるラックアンドピニオン機構をステアリング系に備え、電動機で操舵トルクに応じた補助トルクを発生し、この補助トルクをボールねじを介して前記ラック軸に付加する電動パワーステアリング装置において、前記ボールねじを前記ラック軸の一端部に組付け、このラック軸の他端部に前記ピニオンを噛み合わせ、さらに、前記ラック軸を前記ピニオンへ押し付ける作用をなすラックガイドを、ピニオンと対向する位置及びこのピニオンと前記ボールねじとの間に設けたことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、車両に搭載した電動パワーステアリング装置の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ステアリングハンドルの操舵力を軽減して快適な操舵感を与えるために、電動パワーステアリング装置が多用されてきた。この種の電動パワーステアリング装置は、電動機で操舵トルクに応じた補助トルクを発生し、この補助トルクをステアリング系に伝達するものであって、例えば特開平7-165089号「ステアリング装置」の技術がある。この技術は、その公報の図1及び図3によれば、ボールナット機構33(番号は公報に記載されたものを引用した。以下同じ。)をラック軸2の一端部に組付け、このラック軸2の他端部にラック8を設け、このラック8にピニオン6を噛み合わせたものである。そして、ピニオン6とラック8とを噛み合わせた位置に、ラック軸2をピニオン6へ押し付けるラックガイド10を設けて、噛み合わせ部分の遊びをなくした。

【0003】 図12(a)～(c)は従来の電動パワーステアリング装置の模式的説明図であり、従来の技術を説明するために上記従来の技術に示す図1及び図3を再掲したところの模式図である。なお、符号は従来の技術と相違する。(a)はステアリング装置の平面模式図であり、ステアリング装置100は、ラック軸101の両端にタイロッド102、102及びナックルアーム103、103を介して車輪104、104を連結し、ま

た、ラック軸101の一端部にボールナット機構105を組付け、ラック軸101の他端部にラック106を設け、このラック106にピニオン107を噛み合わせ、ピニオン107の反対側からラック軸101をラックガイド108で押し付けた構成としたものである。

【0004】 (b)は上記(a)に示すラック軸101回りの更なる模式図であり、この模式図によると、ラック軸101をボールナット機構105の位置と、ピニオン107並びにラックガイド108の位置との2箇所で支持したものであり、支持スパンが長い。

【0005】 (c)は上記(b)に示すラック軸101回りの模式的作用図であり、この作用図によると、走行時、特に操舵時の路面反力がタイロッド102、102を介してラック軸101へ伝わる。このため、ラック軸101の両端に、路面反力に起因する外力又はモーメント(以下、「モーメントM、M」と記す。)が作用する。その結果、ラック軸101はこの図の実線並びに点線で示すように、車体前後方向(図面では上下方向)にたわむ。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記図12に示すステアリング装置において、ラック軸101の一般的な振動誘因として、次の点が挙げられる。

(1) 走行時、特に操舵時の路面反力がタイロッド102、102を介してラック軸101へ伝わり、ラック軸101の車体前後方向に振動が発生する誘因となる(第1誘因)。

(2) ボールナット機構105の個々のボールが、ラック軸101のねじ溝と接触する瞬間並びに離れる瞬間に、ボールからねじ溝へ作用する力が変動する。このことが、ラック軸101に振動が発生する誘因となる(第2誘因)。

【0007】 上記図12のラック軸101は、第1誘因による振動の周波数と、第2誘因による振動の周波数とが一致すると、振動が増幅する。しかも、増幅した振動の周波数(振動数)がラック軸101の固有振動数に一致すると、共振によりラック軸101は大きく振動することになる。ラック軸101が大きく振動すると、その振動がステアリングハンドルを介して車室内に伝わるので、車室の騒音の要因となる。また、ステアリングハンドルに振動が伝わると、操舵フィーリング上好ましくない。ラック軸101の共振を抑制するには、ラック軸101の直径を変えることで固有振動数を変えたり、ラック軸101に制振部材等を設けることも考えられるが、ラック軸101が重くなったり、構造が複雑になる。

【0008】 そこで本発明の目的は、走行時、特に操舵時におけるラック軸の振動を、簡単な構造で容易に抑制できる技術を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の発明は、ステアリングハンドルに連結したピニオンとラック軸とからなるラックアンドピニオン機構をステアリング系に備え、電動機で操舵トルクに応じた補助トルクを発生し、この補助トルクをボールねじを介して前記ラック軸に付加する電動パワーステアリング装置において、前記ボールねじを前記ラック軸の一端部に組付け、このラック軸の他端部に前記ピニオンを噛み合わせ、さらに、これらボールねじとピニオンとの間に、前記ラック軸をピニオンへ押し付けるラックガイドを設けたことを特徴とする。

【0010】ラック軸の両端に、路面反力に起因する外力又はモーメント（以下、「モーメント」と記す。）が作用する。前記モーメント及びボールねじにより、ラック軸の他端がピニオンから離れる方向に曲げられると、ラック軸はボールねじとラックガイドとだけで支持されたことになる。一方、ラック軸の他端がピニオンへ押し付ける方向に曲げられると、ラック軸はボールねじとラックガイドとピニオンの3部材で曲げを抑えられる構造となる。従って、ラック軸の曲げ方向によって曲げ若しくはたわみのモード（態様）が異なる。すなわち、ラック軸が路面反力及びボールねじによって車体の前後方向に変形する場合に、前方へ変形するときの揺動波形と、後方へ変形するときの揺動波形が非対称形状となっている。揺動波形が非対称であるから、ラック軸の固有振動数が曲げ方向によって異なり、共振による振動増幅の心配はない。この結果、ラック軸の振動を容易に抑制することができる。ラック軸の振動が抑制されると、ステアリングハンドルの振動も抑制されるので、操舵フィーリングが高まる。また、ステアリングハンドルを介して車室内に伝わる振動が抑制されるので、車室内の騒音を防止できる。

【0011】また、簡単な構造で、部品数を変えずにラック軸の振動を抑制することができるので、生産性が高まる。さらに、ラック軸の振動が低減するので、ラックアンドピニオン機構及びボールねじの摩耗を少なくすることができ、その結果、電動パワーステアリング装置の寿命を高めることができる。さらにまた、ボールねじの位置にラックガイドを近づけたので、ラックガイドでボールねじに予圧を与えることができる。このため、ボールねじとラック軸との間のガタつきを抑制することができ、その結果、ボールねじの寿命を高めることができる。

【0012】請求項2記載の発明は、ステアリングハンドルに連結したピニオンとラック軸とからなるラックアンドピニオン機構をステアリング系に備え、電動機で操舵トルクに応じた補助トルクを発生し、この補助トルクをボールねじを介して前記ラック軸に付加する電動パワーステアリング装置において、前記ボールねじを前記ラック軸の一端部に組付け、このラック軸の他端部に前記

ピニオンを噛み合わせ、さらに、前記ラック軸を前記ピニオンへ押し付ける作用をなすラックガイドを、ピニオンと対向する位置及びこのピニオンと前記ボールねじとの間に設けたことを特徴とする。

【0013】ラック軸の両端に、路面反力に起因するモーメントが作用する。前記モーメント及びボールねじにより、ラック軸の他端がピニオンから離れる方向に曲げられると、ラック軸はボールねじとラックガイドとだけで支持されたことになる。一方、ラック軸の他端がピニオンへ押し付ける方向に曲げられると、ラック軸はボールねじとラックガイドとピニオンの3部材で曲げを抑えられる構造となる。従って、ラック軸の曲げ方向によつて曲げ若しくはたわみのモード（態様）が異なる。すなわち、ラック軸が路面反力及びボールねじによって車体の前後方向に変形する場合に、前方へ変形するときの揺動波形と、後方へ変形するときの揺動波形が非対称形状となっている。揺動波形が非対称であるから、ラック軸の固有振動数が曲げ方向によって異なり、共振による振動増幅の心配はない。この結果、ラック軸の振動を容易に抑制することができる。ラック軸の振動が抑制されると、ステアリングハンドルの振動も抑制されるので、操舵フィーリングが高まる。また、ステアリングハンドルを介して車室内に伝わる振動が抑制されるので、車室内的騒音を防止できる。

【0014】また、簡単な構造で、部品数を変えずにラック軸の振動を抑制することができるので、生産性が高まる。さらに、ラック軸の振動が低減するので、ラックアンドピニオン機構及びボールねじの摩耗を少なくすることができ、その結果、電動パワーステアリング装置の寿命を高めることができる。さらにまた、ボールねじの位置にラックガイドを近づけたので、ラックガイドでボールねじに予圧を与えることができる。このため、ボールねじとラック軸との間のガタつきを抑制することができ、その結果、ボールねじの寿命を高めることができる。

【0015】また、走行時、特に操舵時の路面反力による振動の周波数や、ラック軸とボールねじの組合せに伴う振動の周波数が、ラック軸のもつ固有振動数と一致しないように、ピニオンとボールねじとの間のラックガイド（中間ラックガイド）の位置を設定するだけで、ラック軸の振動の低減が可能になる。このため、車種毎にラック軸の固有振動数に応じて中間ラックガイドの位置を設定するだけで、振動を抑制することができるので、簡単な構造で容易に車室内的騒音を低減することができるとともに、ステアリングハンドルの操舵フィーリングを高めることができ、また、生産性が高まる。

【0016】さらに、ピニオンと対向する位置にラックガイドを設けたので、これらピニオンとラックガイドでラック軸を挟持して支持し、この支持した位置でのラック軸の曲げ変位を抑えることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を添付図面に基づいて以下に説明する。なお、図面は符号の向きに見るものとする。図1は本発明に係る電動パワーステアリング装置のシステム図であり、電動パワーステアリング装置1は、ステアリングハンドル2に連結したラックアンドピニオン機構3（ピニオン4並びにラック軸5とかなる。）と、ステアリングハンドル2で発生したステアリング系の操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段6と、この操舵トルク検出手段6の検出信号に基づいて制御信号を発生する制御手段7と、この制御手段7の制御信号に基づいて操舵トルクに応じた補助トルクを発生する電動機8と、この電動機8の補助トルクを前記ラック軸5に伝達するボールねじ（ボルナット機構）9とかなり、ラック軸5でタイロッド11、11並びにナックルアーム12、12を介して車輪（操舵輪）13、13を転舵する装置である。

【0018】図2は本発明に係る電動パワーステアリング装置の全体構成図であり、要部を断面したものである。電動パワーステアリング装置1は、ラックアンドピニオン機構3、電動機8、ボールねじ9を車幅方向に延びるステアリングギヤボックス21に収納したものであり、このステアリングギヤボックス21は、互いに長手方向にボルト結合した、概ね管状の第1ハウジング22並びに第2ハウジング23からなる。第1ハウジング22は図示せぬ車体に取付けるためのブラケット24を形成し、第2ハウジング23は車体に取付けるためのマウント部材25を設けたものである。

【0019】ラック軸5は、ボールねじ9を一端部に組付け、ピニオン4を他端部に噛み合わせ、また、両端にタイロッド11、11を連結し、さらに、車幅方向にスライドするようにステアリングギヤボックス21を貫通したものである。ステアリングギヤボックス21は、ピニオン4とボールねじ9との間にラックガイド50を設けたものである。ラックアンドピニオン機構3については、図3にて詳述する。図中、26、26はボールジョイント、27、27はゴムカバーである。

【0020】ところで、車幅方向において、ボールねじ9の軸方向組付け中心位置をA（以下「ボールねじ中心A」と称する。）、ピニオン4とラック軸5の噛み合わせ中心位置をB（以下「ピニオン中心B」と称する。）、ラックガイド50の中心位置をC（以下「ラックガイド中心C」と称する。）とした場合に、ボールねじ中心Aからラックガイド中心Cまでの距離L₁と、ラックガイド中心Cからピニオン中心Bまでの距離L₂との比率を、概ね3：1～5：1に設定することが好ましい。

【0021】図3は図2の3-3線断面図であり、電動パワーステアリング装置1は、上記ステアリングハンドル2（図1参照）に連結した管状の入力軸31と、この

入力軸31内に挿通し且つ入力軸31に上部をピン32で結合したトーションバー（弾性部材）33と、このトーションバー33の下部にセレーション結合し、下部に上記ピニオン4を設けた出力軸34とで、主たるステアリング系をなすものである。

【0022】操舵トルク検出手段6は、入・出力軸間31、34の相対ねじれ角を検出することによりステアリング系の操舵トルクを検出するものであり、トーションバー33とスライダ35とセンサ36とかなる。詳しくは、トーションバー33は、文字通りトルクに対して正確にねじれ角が発生するメンバーであって、入力軸31と出力軸34との間での相対ねじり変位を発生する。傾斜溝35aと縦長のストレート溝35bとを備えた円筒形状のスライダ35を、前記入力軸31と出力軸34との間に掛け渡すことで、スライダ35は相対ねじり変位に応じて軸方向へ変位可能である。このときの変位量はトルクに比例し、変位量を可変インダクタンス式センサ36で電気信号に変換するものである。

【0023】なお、この図の表裏方向に延びるラック軸5は、ピニオン4と噛み合うラック5aを設けたものである。入力軸31とトーションバー33と出力軸34とは、同心上にある。図中、41、42は第3ハウジング並びに第4ハウジングであり、第1ハウジング22の上部に取付けたものである。43は入力軸31を支持する軸受、44、45は出力軸34の両端を支持する軸受である。

【0024】図4は図2の4-4線断面図であり、ランクガイド50の断面構成を示す。ランクガイド50は、ラック5aと反対側からラック軸5を押すガイド部51と、このガイド部51を圧縮ばね（弾性部材）52を介して押す調整ボルト53と、この調整ボルト53の位置をロックするロックナット54とかなる。調整ボルト53は第1ハウジング22にねじ込むものである。このような構成のランクガイド50は、第1ハウジング22にねじ込んだ調整ボルト53にて、圧縮ばね52を介してガイド部51を適切な押圧力を押すことで、ガイド部51でラック軸5に予圧を与えて、ラック軸5をピニオン4へ押し付けることができる。図中、55はガイド部に設けた当接部材である。

【0025】図5は図2の5-5線断面図であり、ピニオン中心Bから距離L₂だけ離れたランクガイド中心Cにおいて、ランクガイド50でラック軸5をピニオン4へ押し付けた状態を示す。そして、ピニオン4はランク軸5を車体前方から支持し、ランクガイド50はランク軸5を車体後方から押し付けたものである。

【0026】図6は本発明に係るランク軸、電動機、ボールねじ回りの要部断面図である。電動機8は、第2ハウジング23内に収納したステータ61並びにロータ62とかなり、このロータ62は、ランク軸5に相対的に回転可能に挿通した管状の出力軸63を備えた。出力軸

6 3は、両端部を軸受6 4, 6 5を介して第1・第2ハウジング2 2, 2 3内に回転可能に支持したものであり、しかも、一端部の内部にボールねじ9のナット7 1を取付けた構成である。そして、軸受6 5は、ボールねじ中心A又はその近傍位置で、出力軸6 3を介してボールねじ9を支持することになる。

【0027】ボールねじ9は、外筒部分のナット7 1とラック軸5のねじ溝5 bとが図示せぬボールを介して作動するものであって、ナット7 1のねじ溝の端部に到達したボールがチューブ内を通って循環する、いわゆる内部循環形式又は外部循環形式の一般的な構成であり、便宜上詳細な構成を省略して示す。図中、7 2は出力軸6 3の内面にねじ込むロックスクリューであり、出力軸6 3に対するナット7 1の軸方向移動を防止するものである。

【0028】次に、上記構成の電動パワーステアリング装置の作用を説明する。図7 (a) ~ (d) は本発明に係る電動パワーステアリング装置の作用説明図である。図7 (a) は、上記図1のシステムに図2の電動パワーステアリング装置1を組合せた、平面的な模式図である。なお、各部の符号は上記図1及び図2に示すものと同一であり、その説明を省略する。

【0029】図7 (b) は、図7 (a) に示すラック軸5回りの更なる模式図であり、ラック軸5をボールねじ中心Aとピニオン中心Bとで支持し、ラックガイド中心Cで押し付けたことを示す。詳しくは、ボールねじ9をラック軸5に組み付けたので、ボールねじ9はラック軸5を車体前方並びに車体後方(図面では上下方向)から支持することになる。また、ピニオン4はラック軸5を車体前方から支持し、ラックガイド5 0はラック軸5を車体後方から押し付けたものである。

【0030】図7 (c) は、図7 (b) に示すラック軸5回りの模式的作用図(第1)、図7 (d) は、図7 (b) に示すラック軸5回りの模式的作用図(第2)である。ラック軸5の両端には、走行時、特に操舵時の路面反力及びボールねじ9に起因する外力又はモーメント(以下、「車体前方からのモーメントMf」、「車体後方からのモーメントMr」と記す。)が作用する。図7 (c) のように、前記車体前方からのモーメントMf、Mfにより、ラック軸5の端部がピニオン4から離れる方向に曲げられると、ラック軸5はボールねじ9とラックガイド5 0とだけで支持されたことになる。その結果、ラック軸5は中心Aとラックガイド中心Cとを支点として、図の太い実線で示すようにたわむ。

【0031】一方、図7 (d) のように、前記車体後方からのモーメントMr、Mrにより、ラック軸5の端部がピニオン4へ押し付ける方向に曲げられると、ラック軸5はボールねじ9とラックガイド5 0とピニオン4の3部材で曲げを抑えられる構造となる。その結果、ラック軸5はボールねじ中心Aとピニオン中心Bとラックガ

イド中心Cとを支点として、図の太い実線で示すようにたわむ。

【0032】従って、ラック軸5の曲げ方向によって曲げ若しくはたわみのモード(様態)が異なる。すなわち、ラック軸5が路面反力及びボールねじ9によって車体の前後方向に変形する場合に、図7 (c) 及び (d) のように、前方へ変形するときの揺動波形と、後方へ変形するときの揺動波形が非対称形状となっている。揺動波形が非対称であるから、ラック軸5の固有振動数が曲げ方向によって異なり、共振による振動増幅の心配はない。この結果、ラック軸5の振動を容易に抑制することができる。ラック軸5の振動が抑制されると、ステアリングハンドルの振動も抑制されるので、操舵フィーリングが高まる。また、ステアリングハンドルを介して車室内に伝わる振動が抑制されるので、車室内の騒音を防止できる。

【0033】また、ボールねじ中心Aからラックガイド中心Cまでの距離L₁と、ラックガイド中心Cからピニオン中心Bまでの距離L₂との比率を、概ね3:1~5:1に設定することで、ラック軸5の固有振動数と、ステアリングギヤボックス2 1の取付部の固有振動数とが一致しない。このように、ラック軸5の共振点を、ステアリング系並びにラックアンドピニオン機構3を収納するためのステアリングギヤボックス2 1を取付ける部分の共振点からはずらすことで、ラック軸5の振動が車体に伝わらない。従って、車室内的騒音が更に低減し、良好な商品性が得られるとともに、操舵フィーリングもより一層高まる。

【0034】次に、電動パワーステアリング装置の変形例を図8~図11に基づき説明する。なお、上記図1~図7に示す本発明の実施の形態と同じ構成については同一符号を付し、その説明を省略する。図8は本発明に係る電動パワーステアリング装置の全体構成図(変形例)であり、変形例の構成は2つのラックガイド(第1ラックガイド8 1並びに第2ラックガイド8 2)を、ピニオン4と対向する位置及びこのピニオン4とボールねじ9との間に、それぞれ設けたことを特徴とする。

【0035】図9は図8の9~9線断面図であり、ピニオン4と対向する位置に第1ラックガイド8 1を設けた姿を示す。

【0036】図10は図8の10~10線断面図であり、ピニオン中心Bにおいて、第1ラックガイド8 1でラック軸5をピニオン4へ押し付け、また、ピニオン中心Bから距離L₂だけ離れたラックガイド中心Cにおいて、第2ラックガイド8 2でラック軸5をピニオン4へ押し付けた状態を示す。第1・第2ラックガイド8 1, 8 2は上記図4及び図5に示すラックガイド5 0と同一構成である。

【0037】次に、上記変形例の構成の電動パワーステアリング装置の作用を説明する。図11 (a) ~ (d)

は本発明に係る電動パワーステアリング装置の作用説明図（変形例）である。図11(a)は、上記図1のシステムに図8の電動パワーステアリング装置1を組合せた、平面的な模式図である。なお、各部の符号は上記図1及び図8に示すものと同一であり、その説明を省略する。

【0038】図11(b)は、図11(a)に示すラック軸5回りの更なる模式図であり、ラック軸5をボールねじ中心Aとピニオン中心Bとで支持し、しかも、このピニオン中心Bとラックガイド中心Cの位置で第1・第2ラックガイド81, 82にて押し付けたことを示す。詳しくは、ボールねじ9をラック軸5に組み付けたので、ボールねじ9はラック軸5を車体前方並びに車体後方（図面では上下方向）から支持することになる。また、ピニオン4はラック軸5を車体前方から支持し、第1・第2ラックガイド81, 82はラック軸5を車体後方から押し付けたものである。

【0039】図11(c)は、図11(b)に示すラック軸5回りの模式的作用図（第1）、図11(d)は、図11(b)に示すラック軸5回りの模式的作用図（第2）である。ラック軸5の両端には、走行時、特に操舵時の路面反力に起因する外力又はモーメント（以下、「車体前方からのモーメントMf」、「車体後方からのモーメントMr」と記す。）が作用する。図11(c)のように、前記車体前方からのモーメントMf, Mfにより、ラック軸5の端部がピニオン4から離れる方向に曲げられると、ラック軸5はボールねじ9と第1ラックガイド81とだけで支持されたことになる。その結果、ラック軸5は中心Aとピニオン中心Bとを支点として、図の太い実線で示すようにたわむ。

【0040】一方、図11(d)のように、前記車体後方からのモーメントMr, Mrにより、ラック軸5の端部がピニオン4へ押し付ける方向に曲げられると、ラック軸5はボールねじ9と第2ラックガイド82とピニオン4の3部材で曲げを抑えられる構造となる。その結果、ラック軸5はボールねじ中心Aとピニオン中心Bとラックガイド中心Cとを支点として、図の太い実線で示すようにたわむ。

【0041】従って、ラック軸5の曲げ方向によって曲げ若しくはたわみのモード（態様）が異なる。すなわち、ラック軸5が路面反力及びボールねじ9によって車体の前後方向に変形する場合に、図11(c)及び(d)のように、前方へ変形するときの揺動波形と、後方へ変形するときの揺動波形が非対称形状となっている。揺動波形が非対称であるから、ラック軸5の固有振動数が曲げ方向によって異なり、共振による振動増幅の心配はない。この結果、ラック軸5の振動を容易に抑制することができる。ラック軸5の振動が抑制されると、ステアリングハンドルの振動も抑制されるので、操舵フィーリングが高まる。また、ステアリングハンドルを介

して車室内に伝わる振動が抑制されるので、車室内の騒音を防止できる。

【0042】また、この変形例ではピニオン中心Bにおいて、ピニオン4と第1ラックガイド81とでラック軸5を車体前方並びに車体後方から支持することになる。このため、ピニオン中心Bでのラック軸5の曲げ変位を抑えることができる。

【0043】さらに、走行時、特に操舵時の路面反力による振動の周波数や、ラック軸5とボールねじ9の組合せに伴う振動の周波数が、ラック軸5の持つ固有振動数と合致しないように、第2ラックガイド82の位置を設定するだけで、ラック軸5の振動の低減が可能になる。このため、車種毎にラック軸5の固有振動数に応じて第2ラックガイド82の位置を設定するだけで、振動を抑制することができる。

【0044】さらにまた、この変形例は、上記図12に示す従来の技術に対して、第2ラックガイド82を追加した構成であるが、ラック軸5の固有振動数がステアリングギヤボックス21の取付部の固有振動数と一致しないように、第2ラックガイド82の位置を設定することになる。この点を検討すると、従来のラック軸101の固有振動数 ω_x と、変形例のラック軸5の固有振動数 ω_0 の関係を、次式で表すことができる。

$$[\text{0045}] \quad \omega_0 = (L_3/L_1)^2 \times \omega_x$$

ω_x ：上記図12の2点支持の場合のラック軸101の固有振動数

ω_0 ：変形例のラック軸5の固有振動数

L_1 ：ボールねじ中心Aから第2ラックガイド中心Cまでの距離

L_3 ：ボールねじ中心Aからピニオン中心Bまでの距離

【0046】従って、変形例においては、ラック軸5の固有振動数 ω_0 と、ステアリングギヤボックス21の取付部の固有振動数 ω_1 とが不一致 ($\omega_0 \neq \omega_1$) となるよう、第2ラックガイド中心Cの位置を設定すればよく、また、ステアリングギヤボックス21の取付部の固有振動数 ω_1 の次数を、ラック軸5の固有振動数 ω_0 から外れるように設定する（例えば、 $\omega_0 \neq 2\omega_1$ 、 $\omega_0 \neq 3\omega_1$ ）。

【0047】なお、上記本発明の実施の形態及び変形例において、ラック軸5の一端部、他端部とは、単にラック軸5の端のみに限定するものではなく、ボールねじ9を組付け又はピニオン4を噛み合わせるための位置を、便宜的に称するものである。また、ラックガイド50及び第1・第2ラックガイド81, 82は、適切な押圧力でラック軸5に予圧を与えて、このラック軸5をピニオン4へ押し付けるものであればよく、例えば、圧縮ばね（弹性部材）52の有無は任意である。

【0048】

【発明の効果】本発明は上記構成により次の効果を發揮する。請求項1記載の発明は、ステアリングハンドルに

連結したピニオンとラック軸とからなるラックアンドピニオン機構をステアリング系に備え、電動機で操舵トルクに応じた補助トルクを発生し、この補助トルクをボールねじを介して前記ラック軸に付加する電動パワーステアリング装置において、前記ボールねじを前記ラック軸の一端部に組付け、このラック軸の他端部に前記ピニオンを噛み合わせ、さらに、これらボールねじとピニオンとの間に、前記ラック軸をピニオンへ押し付けるラックガイドを設けたことを特徴とする。

【0049】ラック軸の両端に、路面反力に起因する外力又はモーメント（以下、「モーメント」と記す。）が作用する。前記モーメント及びボールねじにより、ラック軸の他端がピニオンから離れる方向に曲げられると、ラック軸はボールねじとラックガイドとだけで支持されたことになる。一方、ラック軸の他端がピニオンへ押し付ける方向に曲げられると、ラック軸はボールねじとラックガイドとピニオンの3部材で曲げを抑えられる構造となる。従って、ラック軸の曲げ方向によって曲げ若しくはたわみのモード（態様）が異なる。すなわち、ラック軸が路面反力及びボールねじによって車体の前後方向に変形する場合に、前方へ変形するときの揺動波形と、後方へ変形するときの揺動波形が非対称形状となっている。揺動波形が非対称であるから、ラック軸の固有振動数が曲げ方向によって異なり、共振による振動増幅の心配はない。この結果、ラック軸の振動を容易に抑制することができる。ラック軸の振動が抑制されると、ステアリングハンドルの振動も抑制されるので、操舵フィーリングが高まる。また、ステアリングハンドルを介して車室内に伝わる振動が抑制されるので、車室内の騒音を防止できる。

【0050】また、簡単な構造で、部品数を変えずにラック軸の振動を抑制することができるので、生産性が高まる。さらに、ラック軸の振動が低減するので、ラックアンドピニオン機構及びボールねじの摩耗を少なくすることができ、その結果、電動パワーステアリング装置の寿命を高めることができる。さらにもう、ボールねじの位置にラックガイドを近づけたので、ラックガイドでボールねじに予圧を与えることができる。このため、ボールねじとラック軸との間のガタつきを抑制することができ、その結果、ボールねじの寿命を高めることができる。

【0051】請求項2記載の発明は、ステアリングハンドルに連結したピニオンとラック軸とからなるラックアンドピニオン機構をステアリング系に備え、電動機で操舵トルクに応じた補助トルクを発生し、この補助トルクをボールねじを介して前記ラック軸に付加する電動パワーステアリング装置において、前記ボールねじを前記ラック軸の一端部に組付け、このラック軸の他端部に前記ピニオンを噛み合わせ、さらに、前記ラック軸を前記ピニオンへ押し付ける作用をなすラックガイドを、ピニオ

ンと対向する位置及びこのピニオンと前記ボールねじとの間に設けたことを特徴とする。

【0052】ラック軸の両端に、路面反力に起因するモーメントが作用する。前記モーメント及びボールねじにより、ラック軸の他端がピニオンから離れる方向に曲げられると、ラック軸はボールねじとラックガイドとだけで支持されたことになる。一方、ラック軸の他端がピニオンへ押し付ける方向に曲げられると、ラック軸はボールねじとラックガイドとピニオンの3部材で曲げを抑えられる構造となる。従って、ラック軸の曲げ方向によって曲げ若しくはたわみのモード（態様）が異なる。すなわち、ラック軸が路面反力及びボールねじによって車体の前後方向に変形する場合に、前方へ変形するときの揺動波形と、後方へ変形するときの揺動波形が非対称形状となっている。揺動波形が非対称であるから、ラック軸の固有振動数が曲げ方向によって異なり、共振による振動増幅の心配はない。この結果、ラック軸の振動を容易に抑制することができる。ラック軸の振動が抑制されると、ステアリングハンドルの振動も抑制されるので、操舵フィーリングが高まる。また、ステアリングハンドルを介して車室内に伝わる振動が抑制されるので、車室内の騒音を防止できる。

【0053】また、簡単な構造で、部品数を変えずにラック軸の振動を抑制することができるので、生産性が高まる。さらに、ラック軸の振動が低減するので、ラックアンドピニオン機構及びボールねじの摩耗を少なくすることができ、その結果、電動パワーステアリング装置の寿命を高めることができる。さらにまた、ボールねじの位置にラックガイドを近づけたので、ラックガイドでボールねじに予圧を与えることができる。このため、ボールねじとラック軸との間のガタつきを抑制することができ、その結果、ボールねじの寿命を高めることができるもの。

【0054】また、走行時、特に操舵時の路面反力による振動の周波数や、ラック軸とボールねじの組合せに伴う振動の周波数が、ラック軸のもつ固有振動数と一致しないように、ピニオンとボールねじとの間のラックガイド（中間ラックガイド）の位置を設定するだけで、ラック軸の振動の低減が可能になる。このため、車種毎にラック軸の固有振動数に応じて中間ラックガイドの位置を設定するだけで、振動を抑制することができるので、簡単な構造で容易に車室内の騒音を低減することができるとともに、ステアリングハンドルの操舵フィーリングを高めることができ、また、生産性が高まる。

【0055】さらに、ピニオンと対向する位置にラックガイドを設けたので、これらピニオンとラックガイドでラック軸を挟持して支持し、この支持した位置でのラック軸の曲げ変位を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電動パワーステアリング装置のシ

システム図

【図2】本発明に係る電動パワーステアリング装置の全体構成図

【図3】図2の3-3線断面図

【図4】図2の4-4線断面図

【図5】図2の5-5線断面図

【図6】本発明に係るラック軸、電動機、ボールねじ回りの要部断面図

【図7】本発明に係る電動パワーステアリング装置の作用説明図

【図8】本発明に係る電動パワーステアリング装置の全体構成図（変形例）

【図9】図8の9-9線断面図

【図10】図8の10-10線断面図

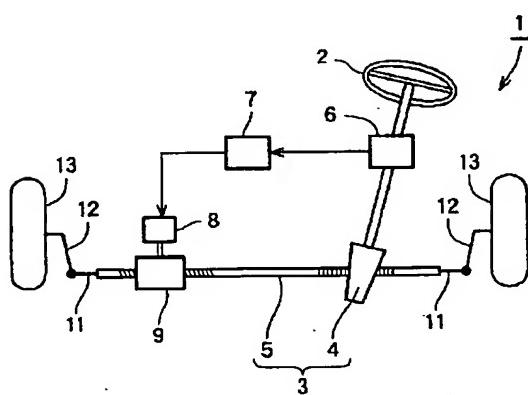
【図11】本発明に係る電動パワーステアリング装置の作用説明図（変形例）

【図12】従来の電動パワーステアリング装置の模式的説明図

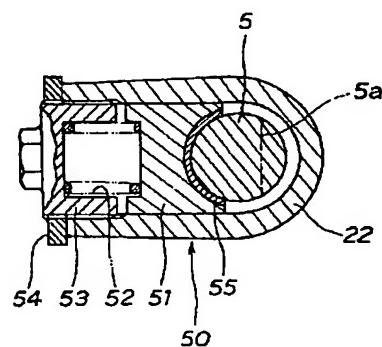
【符号の説明】

1…電動パワーステアリング装置、2…ステアリングハンドル、3…ラックアンドピニオン機構、4…ピニオン、5…ラック軸、5a…ラック、5b…ねじ溝、8…電動機、9…ボールねじ、50…ラックガイド、81…第1ラックガイド、82…第2ラックガイド。

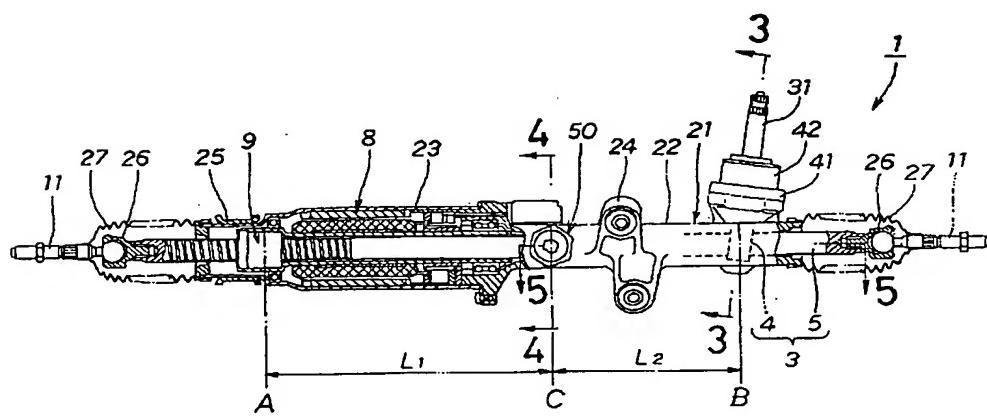
【図1】



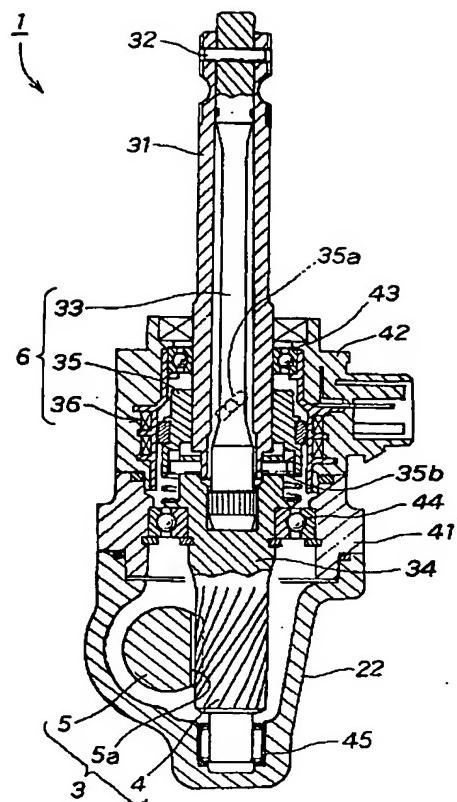
【図4】



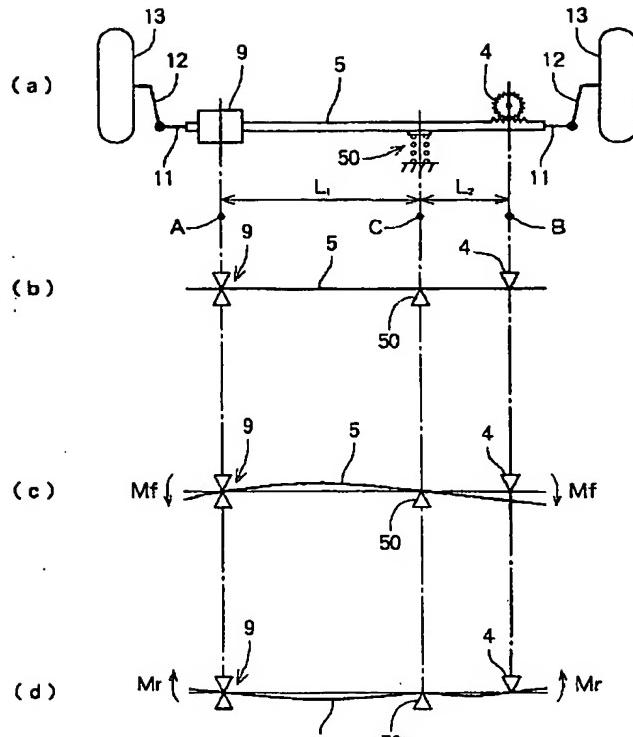
【図2】



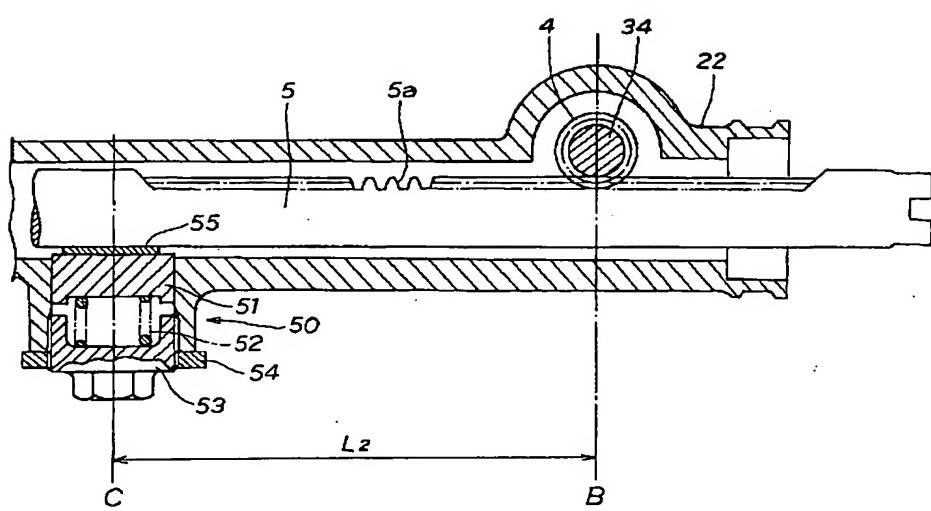
【図3】



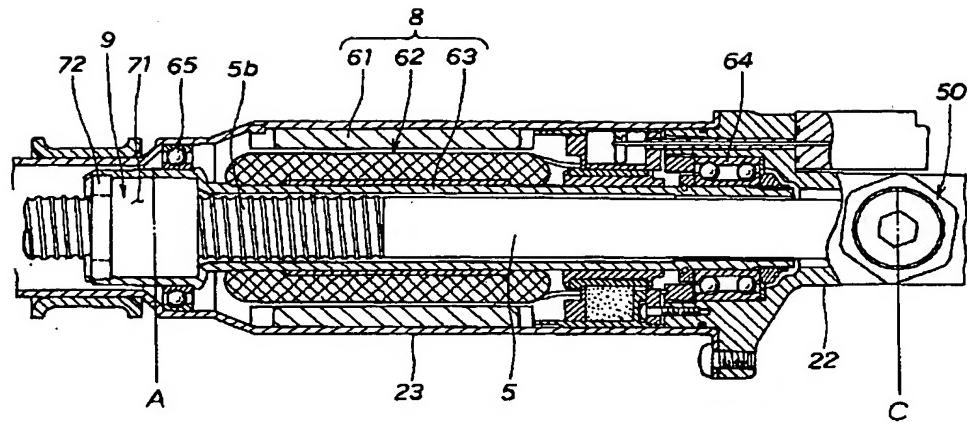
【図7】



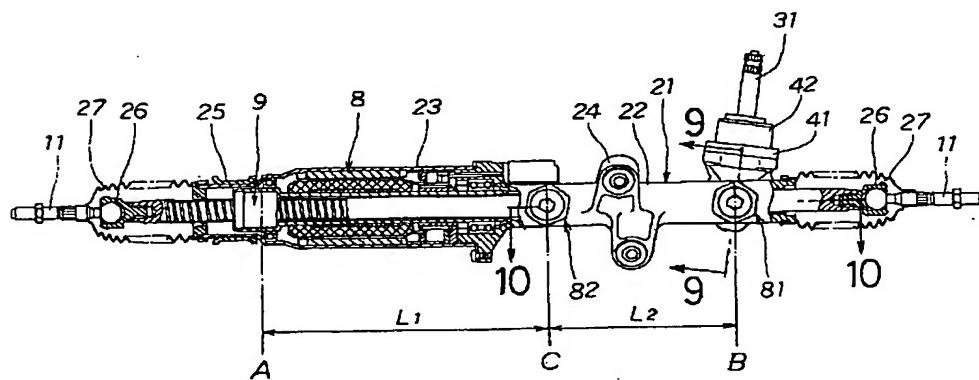
【図5】



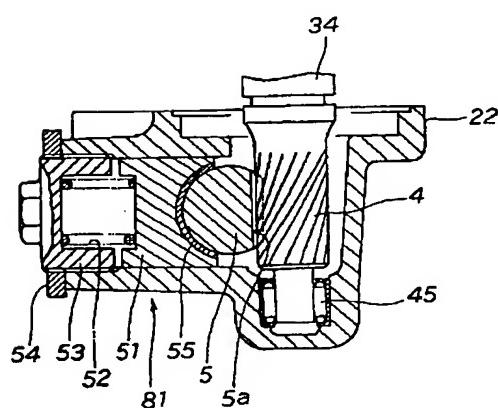
【図6】



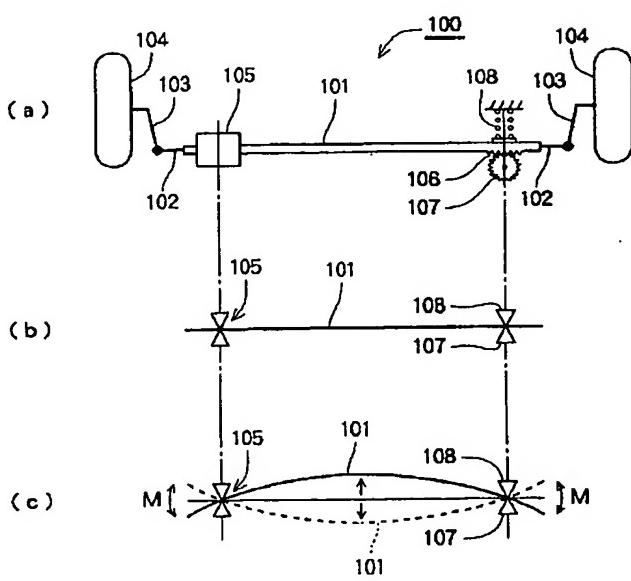
【図8】



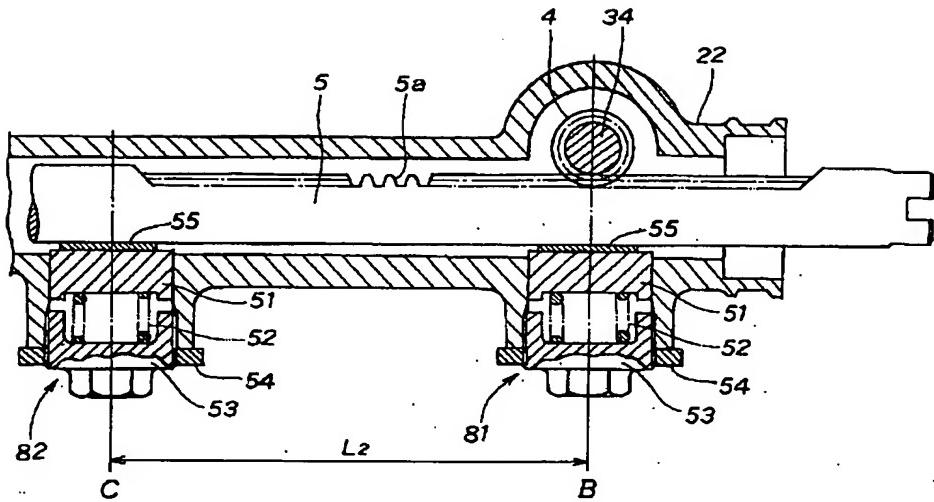
【図9】



【図12】



【図10】



【図11】

